

★ ASAH V07 94-037528/05 ★ JP05341147-A  
Multi-core type single mode optical fibre - comprises fibre with island  
structure of at least 7 cores and a clad

ASAHI CHEM IND CO LTD 92.08.12 92JP-153303

A89 L01 P81 (93.12.24) G02B 6/16, 6/04, 6/25, 6/42, 6/44

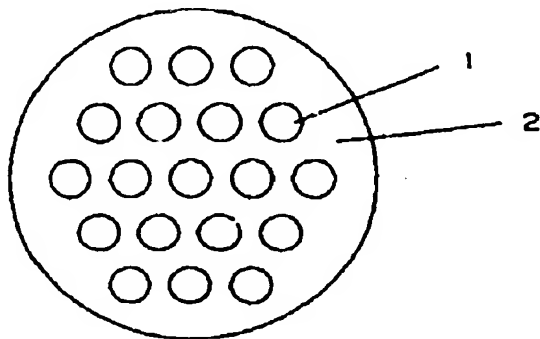
Fibre has (1) fibre with island structure comprising at least 7 cores  
and a clad. Each of the cores has at least 0.5 microns dia. Difference  
of refractive index on core  $n_1$  and on clad  $n_2$  ( $n_1 - n_2$ ) is at least 0.003.  
When wavelength of light source is  $\lambda$  and specific refractive  
index difference is large delta, then single mode transmission  
condition of equation (1) is satisfied.

USE/ADVANTAGE - The fibre is suitable for customer station  
wiring, connection between emission element.

In an example, 250 microns dia. fibre was prepd. by surrounding  
3500 of 3 microns dia. PMMA (refractive index = 1.492) cores by a  
clad resin (refractive index = 1.486 or 90:10 wt. ratio copolymer of  
MMA and 2,2,3,3-tetra-fluoro-propyl-methacrylate) by composite  
spinning using a multi cores die. (5pp Dwg.No.0/5)

N94-029189

V07-F01A1 V07-F01A1B



© 1994 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

Derwent House, 14 Great Queen Street, London WC2B 5DF England, UK

US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Blvd., Suite 401, McLean VA 22101, USA

Unauthorised copying of this abstract not permitted



**DERWENT**  
Scientific and Patent Information

**BEST AVAILABLE COPY**

**MULTI-CORE TYPE SINGLE MODE OPTICAL FIBER AND TRANSMISSION USING IT**

Patent Number: JP5341147  
Publication date: 1993-12-24  
Inventor(s): MUNEKUNI HAJIME; others: 01  
Applicant(s): ASAHI CHEM IND CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP5341147  
Application Number: JP19920153303 19920612  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02B6/16; G02B6/04; G02B6/25; G02B6/42; G02B6/44  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To provide a multi-core type single mode optical fiber, which can be connected easily, and the usage thereof for the transmission using a single mode optical fiber.

**CONSTITUTION:** 1). This multi-core type single mode optical fiber has the island structure, in which seven or more of cores 1 are provided and each core has a diameter at 0.5 $\mu$ m or more and a difference of refractive index between the core 1 and the clad 2 is 0.003 or more, satisfies the single mode transmission condition. 2). The transmission for transmitting the optical signal output from a quartz single mode optical fiber to a light receiving element through the multi-core type single mode optical fiber. 3). The transmission for transmitting the optical signal output from the light emitting element to the quartz optical fiber through the inside of plural cores 1 simultaneously.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-341147

(43) 公開日 平成5年(1993)12月24日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/16	3 2 1	7036-2K		
6/04	C			
6/25				
6/42		7132-2K		
6/44	3 5 6	7408-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平4-153303

(22) 出願日 平成4年(1992)6月12日

(71) 出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72) 発明者 宗國 肇

千葉県君津郡袖ヶ浦町中袖5番1 旭化成  
工業株式会社内

(72) 発明者 豊島 真一

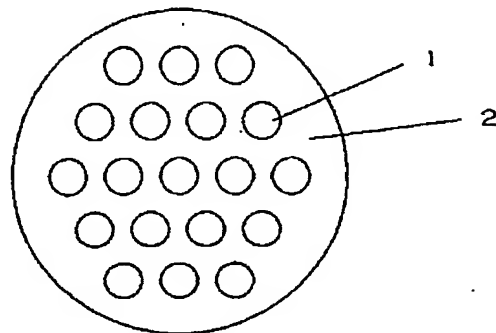
千葉県君津郡袖ヶ浦町中袖5番1 旭化成  
工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 マルチコア型シングルモード光ファイバおよびこれを用いた伝送方法

(57) 【要約】

【目的】 シングルモード光ファイバ伝送において、接続の容易なマルチコア型シングルモード光ファイバおよびその伝送への使用方法を提供する。

【構成】 1) 7個以上のコアを有する海島構造のマルチコアファイバであり、各々のコア径が $0.5\mu\text{m}$ 以上であり、コアの屈折率とクラッドの屈折率の差が $0.003$ 以上であり、シングルモード伝搬条件式を満たすことを特徴とするマルチコア型シングルモード光ファイバ。2) 石英系シングルモード光ファイバから出射した光信号をマルチコア型シングルモード光ファイバを経由して受光素子に伝達する伝送方法。3) 発光素子から出射した光信号を該マルチコア型光ファイバの複数個のコア内を同時に経路して石英系光ファイバに伝達する伝送方法。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1) 7以上の数のコアと、それを取り囲むクラッドからなる海島構造のマルチコア型光ファイバであること、

2) 各々のコア径Dが0.5 μm以上であること、

3) コアの屈折率 $n_1$ とクラッドの屈折率 $n_2$ の差( $n_1 - n_2$ )が0.003以上であること、

4) 光源の波長を $\lambda$ 、比屈折率差を $\Delta$ とした時、式1の

シングルモード伝搬条件を満たすこと、

を特徴とするマルチコア型シングルモード光ファイバ。

【数1】

$$(2\pi/\lambda) n_1 (D/2) \sqrt{2\Delta} < 2.405 \dots\dots\dots \text{式1}$$

$$\text{ここで } \Delta = (n_1^2 - n_2^2) / (2n_1^2)$$

【請求項2】 シングルモード光ファイバ伝送において、石英系シングルモード光ファイバと受光素子の間に、請求項1のマルチコア型シングルモード光ファイバを配置して、該石英系光ファイバから出射した光信号を該マルチコア型光ファイバを経由して、受光素子に伝達することを特徴とするシングルモード光ファイバ伝送方法。

【請求項3】 シングルモード光ファイバ伝送において、発光素子と石英系シングルモード光ファイバの間に、請求項1のマルチコア型シングルモード光ファイバを配置して、発光素子から出射した光信号を該マルチコア型光ファイバの複数個のコア内を同時に經由して該石英系光ファイバに伝達することを特徴とするシングルモード光ファイバ伝送方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シングルモード光ファイバを用いる信号伝送において、例えば現在検討中の加入者系の石英系シングルモード光ファイバに、安価で接続が容易な請求項1のマルチコア型シングルモード光ファイバを宅内で接続、配線し、受光素子、発光素子間の光信号の伝達をすることを特徴とするシングルモード光ファイバ伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、シングルモード光ファイバ伝送は石英系シングルモード光ファイバを用いて行われ、幹線の長距離伝送路が構築されてきた。最近では加入者系においても石英系シングルモード光ファイバの使用が検討されている。一方、プラスチック光ファイバは安価で、大口径で折れない、という取り扱い性のよいメリットを活かして、100m程度までの短距離で採用されるようになってきた。最近では慶応大学理工学部でシングルモードプラスチック光ファイバの研究がなされている。それは、Polymer Preprints, Japan Vol. 40, No. 3 (1991)の499

頁によれば、屈折率の低いメタクリル酸メチルと屈折率の高いメタクリル酸ベンジルの2種類のプラスチックで作り、透明なガラス管の中で紫外線硬化させ、プリフォームを作り上げ、これを熱延伸して、例えばコア直径8 μm、ファイバ直径600 μmのシングルモードプラスチック光ファイバを得るというものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、石英系シングルモード光ファイバは光の伝搬するコアの直径が数μmしかなく、接続のための光軸合わせのために精密な高価なコネクタを使用しなければならず、一般家庭に普及するには至っていない。又、前述のシングルモードプラスチック光ファイバにおいても、確かに石英系シングルモード光ファイバに比べて、しなやかで配線しやすくなはったが、コア径が細く精密な接続が必要な点で同じ問題点があった。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため本発明はなされたもので、本発明の目的は接続の容易なマルチコア型シングルモード光ファイバ及びその伝送への使用方法を提供することにある。本発明の内容は次に述べる3つである。

【0005】即ち、本発明の第1番目は、1) 7以上の数のコアと、それを取り囲むクラッドからなる海島構造のマルチコア型光ファイバであること、

2) 各々のコア径Dが0.5 μm以上であること、

3) コアの屈折率 $n_1$ とクラッドの屈折率 $n_2$ の差( $n_1 - n_2$ )が0.003以上であること、

4) 光源の波長を $\lambda$ 、比屈折率差を $\Delta$ とした時、式1の

シングルモード伝搬条件を満たすこと、

を特徴とするマルチコア型シングルモード光ファイバ、

である。

【0006】

【数2】

$$(2\pi/\lambda) n_1 (D/2) \sqrt{2\Delta} < 2.405 \dots\dots\dots \text{式1}$$

$$\text{ここで } \Delta = (n_1^2 - n_2^2) / (2n_1^2)$$

【0007】本発明のマルチコア型シングルモード光ファイバは材質による種類の限定をしない。石英系光ファイバ、多成分ガラス光ファイバ、ポリマクラッド石英光ファイバ、プラスチック光ファイバいずれでもよい。この中では量産性の優れたプラスチック光ファイバを用いることが多い。本発明におけるマルチコア型光ファイバの構成は、多数のコアを島とし、そのまわりをクラッドで取り囲んだ海とした海島構造（例えば図1）、あるいは、コアの周りをクラッドで覆った芯鞘2層構造を島とし、それらを取り囲んだ第3の保持部を海とする海島構造（例えば図2）いずれであってもよい。更にこれらの外側に図3に示すような保持外層を形成してもよい。図3では図1の光ファイバの外側に保持外層を形成した例を示しているが、勿論、図2の光ファイバの外側に保持外層を形成してもよい。通常使用の場合は更に外側に保護被覆をしてケーブルとして用いる。

【0008】コアの材質は透明性のよいガラス、または樹脂で、樹脂の例としては、ポリメチルメタクリレート系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリカーボネイト系樹脂などが挙げられる。クラッドの材質はコアの材質より屈折率が0.003以上小さいガラス、または樹脂であり、樹脂の例としては、ポリフッ化ビニリデン系樹脂、ポリフッ化エチレン系樹脂、ポリフッ化メタクリレート系樹脂、ポリフッ化アクリレート系樹脂などのフッ素樹脂、ポリメチルペンテン、ポリ酢酸ビニル、エチレン/酢酸ビニルコポリマ、ポリアセタール、あるいはこれらと、コアを形成する樹脂の単量体との共重合体またはコアを形成する樹脂とのブレンド体などが挙げられる。第3の保持部を形成する場合にはその材質はガラス、または樹脂であり、樹脂の例としては、ポリエチレン、PV 30 C、ポリオレフィン、フッ素樹脂、ポリアミド、ポリフ\*

\*ッ化ビニリデン、アイオノマ、エチレン/酢酸ビニルコポリマ、ABS、ポリブチレンテレフタレート、ポリメチルメタクリレート系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリカーボネイト系樹脂あるいはそれらのエラストマなどが挙げられる。保持外層4を形成する場合は、近接する海の材質と同じ材質、または上記のクラッド材質か、第3の保持部の材質かの何れかをいれればよい。

【0009】コアの数であるが、7以上の数のコアを持つことは、石英系シングルモード光ファイバ等他の種類のシングルモード光ファイバと効率よく接続する為に必要である。コアの数は7以上であれば特に制限はないが、比較的数の少ない領域の場合、7個、19個、37個などであれば、概ね正六角形の形状を形成できバランスよくできるので好ましい。500個以上であれば、概ね円形になるように配列を設計することが好ましい。

【0010】各々のコア径は直径0.5μm以上であることが必要である。0.5μm未満であると光源の波長より短くなり、光が伝搬しにくくなる。コアの屈折率 $n_1$ とクラッドの屈折率 $n_2$ の差( $n_1 - n_2$ )はシングルモード条件を安定に保持する上で0.003以上であることが必要である。0.003未満であると、コアとクラッドの樹脂が混じり合うことにより安定性を失うおそれがある。クラッドの樹脂の組成はコアの樹脂の単量体成分の少なくとも1種を共重合の成分として含むこと、好ましくは50%以上、更に好ましくは70%以上含むことが、シングルモード条件を安定に保持する上で、有効である。

【0011】光源の波長を $\lambda$ 、比屈折率差 $\Delta$ とした時、式1のシングルモード伝搬条件、

【0012】

【数3】

$$(2\pi/\lambda) n_1 (D/2) \sqrt{2\Delta} < 2.405 \dots\dots\dots \text{式1}$$

$$\text{ここで } \Delta = (n_1^2 - n_2^2) / (2n_1^2)$$

【0013】を満たすことはシングルモード光ファイバである為に必要である。該マルチコア型光ファイバにおいて、入射端面の、光が照射される部分の全断面積に対する、コア部分の断面積の和の比率をコア比率とすると、コア比率は光源または他のファイバとの結合損失、隣接するコア間のクロストークの点から最適化される。コア比率は好ましくは30~90%であり、更に好ましくは40~70%である。

【0014】該マルチコア型光ファイバの製造方法としては、プラスチック光ファイバの場合の一例を示せば、図1又は図2を形成するときは、コア樹脂、クラッド樹脂、（図2の場合、更に第3の保持部の樹脂）を溶融状態で複合紡糸ダイに供給し、まずコア樹脂を7以上の数の孔を開けたダイプレートに供給し、引き続いてその周囲にクラッド樹脂を送り、（図2の場合は第3の樹脂を

更にその周囲に送り）複合紡糸法により製造する方法が挙げられる。図3の場合は、複合紡糸法で更にそれらの外側の保持外層を同時に形成してもよいし、図1または図2を形成した後、別工程で追加して被覆することによって形成してもよい。

【0015】本発明の第2番目は、シングルモード光ファイバ伝送において、石英系シングルモード光ファイバと受光素子の間に、請求項1のマルチコア型シングルモード光ファイバを配置して、該石英系光ファイバから出射した光信号を該マルチコア型光ファイバを経由して受光素子に伝達することを特徴とするシングルモード光ファイバ伝送方法である。

【0016】石英系シングルモード光ファイバとマルチコア型シングルモード光ファイバとの接続の方法はファイバトゥファイバのアダプタ、分岐結合器等により行

う。受光素子側について、一例として図4に基づいて説明する。該石英系光ファイバ11を射出した光は該石英系光ファイバのコア径を含む該マルチコア型光ファイバ12のマルチコアの1個以上の部分を経由して、受光素子17に送られる。該マルチコア型光ファイバはマルチコアのため、該石英系光ファイバのコアに対応する位置に、必ずマルチコア中一個以上のコアが存在するので、精密な光軸合わせは実質的に不要である。というのは該石英系光ファイバのコア径が数 $\mu\text{m}$ であり、該マルチコア型光ファイバのマルチコアのうち光の通過する一個以上のコアの部分の和の大きさは10 $\mu\text{m}$ 程度であるのに対し、受光素子の受光径は小さくても20 $\mu\text{m}$ 通常0.2mm以上あるからである。その結果該マルチコア型光ファイバ用のコネクタの精度はかなり粗くてもよい。即ち、該石英系光ファイバの場合だと、0.5 $\mu\text{m}$ 程度以下のコネクタ精度が必要なのに対し、該マルチコア型光ファイバの場合だと、10 $\mu\text{m}$ 程度のコネクタ精度があれば充分である。尚、該マルチコア型光ファイバと受光素子の間にレンズ系をおいて集光しても構わない。

【0017】本発明の第3番目は、シングルモード光ファイバ伝送において、発光素子と石英系シングルモード光ファイバの間に、請求項1のマルチコア型シングルモード光ファイバを配置して、発光素子から射出した光信号を該マルチコア型光ファイバの複数個のコア内を同時に經由して該石英系光ファイバに伝達することを特徴とするシングルモード光ファイバ伝送方法である。

【0018】該マルチコア型光ファイバと該石英系光ファイバの接続の方法は前述と同様にする。発光素子側について、一例として図5に基づいて説明する。発光素子19はLED、LDなどがあるが、発光素子の発光部の径は通常30 $\mu\text{m}$ ~200 $\mu\text{m}$ 程度であり、該石英系光ファイバのコア径に比べて充分大きい。発光素子と該マルチコア型光ファイバはレンズ系20を介して等倍の像の位置で接続する。場合によってはレンズ系を省略して直接接続してもよい。発光素子の発光部の径程度の大きさの光束で該マルチコア型光ファイバに入射される。その光束は該マルチコア型光ファイバ12の複数個のコア内を同時に經由した後、該石英系光ファイバ11に入射される。該マルチコア型光ファイバの該石英系光ファイバ側端面では複数個のコア内を同時に經由した概ね発光部の径程度の大きさの光束が来ており、それは該石英系光ファイバのコア径に比べて充分大きいので、発光素子の光は効率良く石英系光ファイバに入射される。

【0019】該マルチコア型光ファイバに使用するコネクタの精度は前述と同様10 $\mu\text{m}$ 程度でよい。

【0020】

【実施例】以下、実施例に基づいて更に詳細に説明する。

【0021】

【実施例1】コア樹脂としてポリメチルメタクリレート

で、屈折率1.492を用い、クラッド樹脂として、メチルメタクリレート90重量%、2,2,3,3-テトラフルオロプロピルメタクリレート10重量%の共重合体で、屈折率1.486を用いた。コアを島とし、クラッドを海とする3500個のマルチコアのダイスを用いて、複合紡糸した。出来上がった光ファイバはファイバ径が250 $\mu\text{m}$ であり、各々のコア径は3 $\mu\text{m}$ であり、650nmあるいは850nmの光源における式1のシングルモード伝搬条件を満たしたマルチコア型シングルモード光ファイバであった。

【0022】

【実施例2】コア樹脂としてポリメチルメタクリレートで、屈折率1.492を用い、クラッド樹脂として、メチルメタクリレート70重量%、2,2,3,3-テトラフルオロプロピルメタクリレート30重量%の共重合体で、屈折率1.473を用いた。コアを島とし、クラッドを海とする3500個のマルチコアのダイスを用いて、複合紡糸した。出来上がった光ファイバはファイバ径が125 $\mu\text{m}$ であり、各々のコア径は1.8 $\mu\text{m}$ であり、650nmあるいは850nmの光源における式1のシングルモード伝搬条件を満たしたマルチコア型シングルモード光ファイバであった。

【0023】

【実施例3】図4の系で光信号の伝送を行った。コア径6 $\mu\text{m}$ 、ファイバ径125 $\mu\text{m}$ の石英系シングルモード光ファイバ100mと、実施例1のマルチコア型シングルモード光ファイバ5mとを用いた。石英系シングルモード光ファイバとマルチコア型シングルモード光ファイバそれぞれの両端にFC型コネクタを取付けて使用した。石英系シングルモード光ファイバはメーカーの専門家の精密加工によりコネクタ付けしたものである。本発明のマルチコア型シングルモード光ファイバは260 $\mu\text{m}$ の穴を開けたフェルルールに特に光軸合わせを意識しないでファイバを挿入しエポキシ接着剤で接着した後、軽く9 $\mu\text{m}$ 及び3 $\mu\text{m}$ の研磨仕上げをしたものである。

【0024】受光素子は受光径0.2mm $\phi$ のシリコンPINフォトダイオードを用いた。石英系シングルモード光ファイバで送られてきた光信号は、FC型アダプタにより接続されたマルチコア型シングルモード光ファイバを経由して受光素子に送られ、正常な光信号を得ることが出来た。

【0025】

【実施例4】図5の系で光信号の伝送を行った。コア径6 $\mu\text{m}$ 、ファイバ径125 $\mu\text{m}$ の石英系シングルモード光ファイバ100mと、実施例1のマルチコア型シングルモード光ファイバ5mとを用いた。石英系シングルモード光ファイバとマルチコア型シングルモード光ファイバそれぞれの両端にFC型コネクタを取付けて使用した。石英系シングルモード光ファイバはメーカーの専門家の精密加工によりコネクタ付けしたものである。本発

7

8

明のマルチコア型シングルモード光ファイバは $260\mu\text{m}$ の穴を開けたフェルールに特に光軸合わせを意識しないでファイバを挿入しエポキシ接着剤で接着した後、軽く $9\mu\text{m}$ 及び $3\mu\text{m}$ の研磨仕上げをしたものである。

【0026】発光素子は $850\text{nm}$ のLEDで発光径が $30\mu\text{m}\phi$ のものを使用した。光信号を発光素子から送り、セルフロックマイクロレンズ、およびマルチコア型シングルモード光ファイバを経由し、更にFC型アダプタを用いて接続された石英系シングルモード光ファイバを経由して、石英系シングルモード光ファイバの他端から正常な光信号を得ることが出来た。

【0027】

【発明の効果】シングルモード光ファイバを用いる信号伝送において、石英系シングルモード光ファイバと本発明のマルチコア型シングルモード光ファイバおよびその伝送方法を用いることによって、発光素子、受光素子との接続が極めて容易になり、加えて低コストであることから、例えば現在検討中の加入者系シングルモード光ファイバ伝送の宅内配線への普及が加速されるものと期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のマルチコア型シングルモード光ファイバの形態の一例：コアを島とし、クラッドを海とした海島構造体

【図2】 本発明のマルチコア型シングルモード光ファイバ

イバの形態の別の一例：コアクラッド2層構造部を島とし、第3の保持部を海とした海島構造体

【図3】 本発明のマルチコア型シングルモード光ファイバの形態の別の一例：海島構造体の外側に更に保持外層を形成したもの

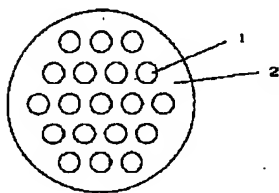
【図4】 本発明の伝送方式の一例：受光素子側

【図5】 本発明の伝送方式の一例：発光素子側

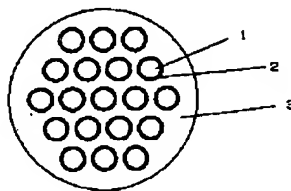
【符号の説明】

- 1 コア
- 2 クラッド
- 3 第3の保持部
- 4 保持外層
- 11 石英系シングルモード光ファイバ（ケーブル状態）
- 12 マルチコア型シングルモード光ファイバ（ケーブル状態）
- 13 石英系シングルモード光ファイバ用コネクタ
- 14 マルチコア型シングルモード光ファイバ用コネクタ
- 15 アダプタ
- 16 受光モジュール
- 17 受光素子
- 18 発光モジュール
- 19 発光素子
- 20 レンズ系

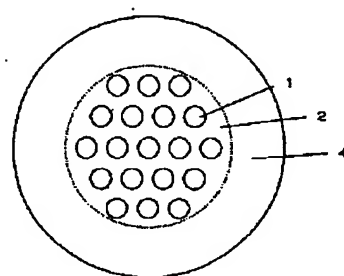
【図1】



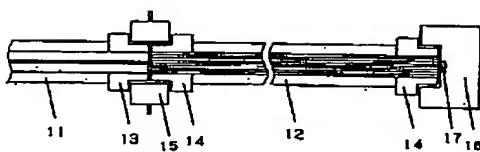
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

